

**ELABORAR PLANES DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIA PLASTICA  
A FIN DE MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD. CASO: ABC GOTUPLAS**

**JAVIER HERNAN MESIAS  
ING. ELECTRONICO INDUSTRIAL  
RODRIGO ROBLES DIAZ  
ING. ELECTRONICO INDUSTRIAL**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE POSGRADOS  
PROGRAMA GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ. D.C.  
2016**

**ELABORAR PLANES DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIA PLASTICA  
A FIN DE MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD. CASO: ABC GOTUPLAS**

**JAVIER HERNAN MESIAS  
ING. ELECTRONICO INDUSTRIAL  
RODRIGO ROBLES DIAZ  
ING. ELECTRONICO INDUSTRIAL**

**DOCTORA  
MARIA GABRIELA MAGO RAMOS  
DOCENTE DE INVESTIGACIÓN**

**UNIVERSIDAD ECCI  
FACULTAD DE POSGRADOS  
PROGRAMA GERENCIA DE MANTENIMIENTO  
BOGOTÁ. D.C.  
2016**

## TABLA DE CONENIDO

INTRODUCCIÓN .....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
GLOSARIO .....	8
1. TITULO .....	10
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. ....	11
2.1 Descripción del problema. ....	11
2.2 Problema de investigación. ....	11
2.3 Sistematización del problema.....	12
3. OBJETIVOS .....	13
3.1 Objetivo General .....	13
3.2 Objetivos específicos. ....	13
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN.....	14
4.1 Justificación.....	14
4.2 Delimitación del Proyecto. ....	15
5. MARCO CONCEPTUAL .....	16
5.1 Marco teórico.....	16
Mantenimiento correctivo .....	20
5.2 Estado del Arte. ....	22
5.2.1 Internacional. ....	22
5.2.2 Nacional .....	24
5.2.3 Local.....	27
6. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
7. MARCO METODOLOGICO .....	31
7.1. Recolección de datos.....	31
7.2. Análisis de Datos.....	34
7.3. Propuesta de solución.....	39
ORGANIZACIÓN DEL ÁREA, RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD .....	40
MANTENIMIENTO GENERAL:.....	40
8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	42
8.1. FUENTES PRIMARIAS .....	42

8.2 FUENTES SECUNDARIAS.....	42
9. ANALISIS FINANCIERO .....	43
10. TALENTO HUMANO .....	51
11. CONCLUSIONES .....	55
12. ANEXOS.....	56
ANEXO 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO .....	60
13. BIBLIOGRAFÍA.....	63

## INTRODUCCIÓN

Dentro de las grandes preocupaciones de las empresas está el diseño de programas para la gestión del mantenimiento para sus diversos equipos, a fin de mejorar el funcionamiento de los diferentes equipos, la implementación de dichos planes dentro de las industrias de plásticos como lo es ABC Gotuplas se lleva a cabo para que se puedan implementar fácilmente mejoras de productividad. Los planes de mantenimiento tienen procesos definidos sobre los cuales se describen los procedimientos y las actividades de mantenimiento donde se realiza énfasis en aquellas que tienen un grado de criticidad y complejidad relevante dentro de la empresa. Cada proceso maneja información importante para el personal técnico, dicha información debe ser de fácil acceso para cada empleado involucrado dentro del proceso a fin de mantener la información actualizada y entendible, teniendo como ideal el aseguramiento de la efectividad en cada actividad que se realiza.

## RESUMEN

En la actualidad se requiere que la compañía logre alcanzar sus metas e iguale o mejore los estándares de calidad nacionales en cuanto a producción y calidad, para eso deben implementar un programa de mantenimiento el cual se encuentre en mejora continua, con la necesidad de poseer una producción constante y eficiente las 24 horas del día se han desarrollado a nivel nacional nuevos conceptos sobre la conservación y uso de los equipos dentro de las empresas industrializadas, a fin de implementar cada vez más el Mantenimiento Industrial.

El mantenimiento a través del tiempo se ha reinventado dando paso a varias clases de él, las cuales mejoran y son determinantes en la producción de las industrias, estas clases de mantenimiento se emplean dependiendo que necesito en mi empresa o que resultados quiero obtener. La ausencia de un mantenimiento preventivo eficaz puede tener un efecto económico inmediato desfavorable, Lo mismo puede afirmarse sobre las reparaciones provisionales, la carencia de personal, de stock de repuesto, de medios técnicos o de la sustitución de elementos por otros de calidad inferior.

En el informe se desea realizar un análisis de cómo las industrias plásticas pueden mejorar su enfoque al mantenimiento, mejorarlo y hacer entender a las gerencias que invertir en el mantenimiento mejora circunstancialmente las producciones de sus empresas; La compañía trabaja bajo procesos de mantenimiento correctivo donde no existe análisis, planeación, programación ni ejecución, se empeñan a trabajar en el correctivo y no aceptan cambios en su forma de trabajo.

La presente propuesta muestra la importancia que tiene implantar un sistema de mantenimiento en la industria moderna, así como conocer y manejar algunas bases teóricas que son muy fundamentales para la correcta adecuación de un plan de mantenimiento general que mejore la productividad de la compañía y que se encuentre en una mejora continua.

## ABSTRACT

Currently it requires the company to achieve your goals and match or improve the national quality standards in production and quality, for that must implement a maintenance program which is in continuous improvement, with the need to have a consistent and efficient production 24 hours a day have developed new concepts at national level on the conservation and use of equipment in industrialized enterprises to implement increasingly Industrial Maintenance.

Maintenance over time has reinvented itself giving way to various kinds of it, which improve and are crucial in producing industries; these classes are used depending maintenance I need in my company or want to get results. The absence of an effective preventive maintenance can have an immediate adverse economic effect; the same is true of temporary repairs, lack of personnel, stock parts, technical means or replacement by other elements of inferior quality.

In the report you want to perform an analysis of how the plastic industries can improve their approach to maintenance, improve it and make managements understand that investing in maintaining improvement circumstantially productions of their companies; The company works under corrective maintenance processes where there is no analysis, planning, programming and implementation, strive to work in the corrective and do not accept changes in their way of working.

This proposal shows the importance of implementing a maintenance system in modern industry as well as understands and manage some theoretical bases that are very essential for proper alignment of a plan of maintenance that improves the productivity of the company and that is in continuous improvement.

## GLOSARIO

**MANTENIMIENTO:** Según el diccionario de la RAE significa que es el conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.

Pero este término es muy amplio y se derivan varias clases como lo son:

**Mantenimiento de conservación:** es el que se realiza para compensar el deterioro causado por elementos meteorológicos, el uso, u otros causales que provoquen en un futuro alguna falla.

En el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse:

**Mantenimiento correctivo:** el que se realiza para reparar alguna falla.

**Mantenimiento correctivo diferido:** es el cual el equipo presenta alguna falla pero puede seguir en funcionamiento y da algún tiempo para programar la reparación de la falla.

**Mantenimiento preventivo:** es aquel que se realiza de manera periódica con la finalidad de prevenir la aparición de averías en los equipos.

En el mantenimiento preventivo podemos observar:

**Mantenimiento programado:** es el cual se realiza con base a un cronograma de actividades preestablecido por el fabricante o por el experto de mantenimiento.

**Mantenimiento predictivo:** es aquel que se realiza con base a algún sistema de medición o patrón y consiste en tomar mediciones para conocer el estado del equipo y así poder tomar decisiones a tiempo para no dejar llegar el equipo a correctivo.



**Mantenimiento de actualización:** cuyo propósito es compensar la obsolescencia tecnológica, o las nuevas exigencias, que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si tienen que serlo.

**(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**1. TITULO**

**ELABORAR PLANES DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIA PLASTICA  
A FIN DE MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD. CASO: ABC GOTUPLAS**

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

### **2.1 Descripción del problema.**

Cuando se realizan las intervenciones de mantenimiento correctivo en la empresa ABC Gotuplas se corrige temporalmente la falla, esto se traduce en paradas no programadas de los equipos que afectan la producción. Al proponer la implementación de un plan de mantenimiento se identifican las partes más críticas de un determinado equipo, aquellas partes que producen las fallas más frecuentes y, de esta manera, programamos su mantenimiento de manera que el paro se presente en un momento coordinado con el proceso de producción. El objetivo de este documento es la de diseñar el plan de mantenimiento de dos máquinas, un compresor y una inyectora, Sin embargo, la compañía tiene varias máquinas de las mismas características, por tanto, el programa de mantenimiento diseñado lo podemos extender fácilmente a las otros equipos. Se espera que los resultados obtenidos en este documento se puedan implementar y a futuro contribuya a la operación más eficientemente de las máquinas, mejorando las condiciones de seguridad y reduciendo los costos por paradas no programadas, repuestos y reparaciones.

### **2.2 Problema de investigación.**

- **¿PUEDE UN PLAN DE MANTENIMIENTO MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD PARA LA EMPRESA ABC GOTUPLAS?**
- **¿LA FALTA DE PLANES DE MANTENIMIENTO A LOS EQUIPOS HA AFECTADO LA PRODUCTIVIDAD EN LOS ULTIMOS 10 AÑOS EN ABC GOTUPLAS?**

### **2.3 Sistematización del problema.**

- ¿Cuál ha sido el comportamiento del mantenimiento en ABC Gotuplas durante los últimos 10 años?
- ¿De qué manera afecta el mantenimiento en ABC Gotuplas a la productividad?
- ¿Cuál es el impacto que ha tenido el mantenimiento sobre el nivel de competencia y calidad en ABC Gotuplas?
- ¿Qué resultados se han obtenido en la implementación de planes de mantenimiento en empresas de plásticos en Colombia?
- De qué forma se ha visto afectada la productividad de empresas de plástico en Colombia con la implementación de planes de mantenimiento?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

ELABORAR PLANES DE MANTENIMIENTO PARA INDUSTRIA PLASTICA A FIN DE MEJORAR SU PRODUCTIVIDAD

#### **3.2 Objetivos específicos.**

- Identificar los comportamientos de la empresa ABC Gotuplas durante los últimos 10 años con la implementación de programas de mantenimiento y el impacto sobre el nivel de competencia.
- Identificar las partes críticas y las fallas más frecuentes de cada máquina a partir de la información encontrada en las fichas técnicas de los equipos, y de la experiencia del personal técnico.
- Definir el procedimiento y la frecuencia de mantenimiento para cada una de las actividades de mantenimiento identificadas.
- Diseñar el plan general de mantenimiento preventivo de cada máquina.
- Realizar las hojas de vida de los equipos con la información más relevante.
- Crear un cronograma de mantenimiento preventivo anual.

## 4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN

### 4.1 Justificación

Las actividades de mantenimiento son coordinadas por el departamento de producción, pero no se cuenta actualmente con un plan de mantenimiento preventivo dentro de la empresa ABC Gotuplas, lo cual afecta de manera directa a la producción y reduce el tiempo de vida útil de los equipos.

Para entrar a realizar un análisis de la falta de actividades de mantenimiento, inicialmente se deben establecer cuales criterios y aspectos vamos a tener en cuenta a la hora de realizar el diseño de nuestro plan de mantenimiento, los cuales influirán y determinaran el alcance y las bases para poder alcanzar los objetivos que presentaran gran beneficio a la compañía; De esta forma el mantenimiento se comienza a convertir en una herramienta muy útil para la compañía al aumentar la vida útil de los equipos, a disminuir el tiempo de paradas de máquinas, y a mejorar la calidad de sus productos. Garantizando que cumplan con los criterios establecidos.

Las estrategias utilizadas en Mantenimiento son las destinadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos, como a reducir los costos de mantenimiento, siempre dentro de un marco de la seguridad y conservación del medio ambiente, también debemos tener en cuenta a qué tipo de empresa va ir dirigido nuestro programa de mantenimiento, que quiere y como lo quiere, así mismo contemplar que recurso financiero va a ser destinado para esta labor.

#### **4.2 Delimitación del Proyecto.**

- Cobertura o delimitación geográfica: El programa de mantenimiento se encuentra definido para la empresa ABC GOTUPLAS S.A.S. ubicada en la Av. Cr 68 38 H-05 Sur. Bogotá D.C., Distrito Capital. Colombia.
- Cobertura o delimitación temporal: La toma de datos se inició con el proyecto de seminario de investigación 1 en el primer semestre de 2016 a partir del mes de Marzo.

## 5. MARCO CONCEPTUAL

### 5.1 Marco teórico

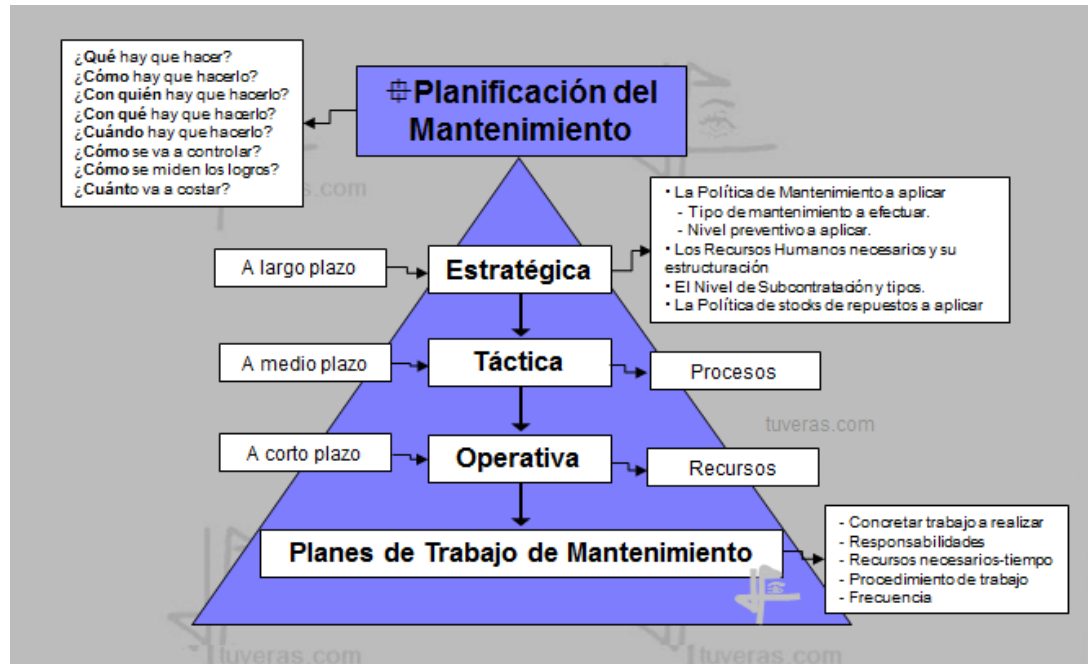


Figura 1: Esquema de planificación del mantenimiento  
Fuente: Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016

### TIPOS DE FALLA

Se empieza por el origen de la avería y clasificándola en los siguientes tipos de falla:

**Fallas debido a defectos durante la fabricación del Equipo.** Estos se producen porque se desconoce las condiciones de trabajo del equipo en la industria el número de fallos por este orden es alrededor del 20 %. (Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)

**Fallas por el mal uso del equipo.** Se deben al desconocimiento del manejo, su uso en trabajos para los cuales no fue diseñada o en regímenes superiores a los especificados, representan el 40 % de las fallas en la industria. (Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)



**Fallos debido al desgaste Natural y al Envejecimiento.** Se tratan de roturas, desgaste, corrosión, fatiga y cavitación que se manifiestan después de un determinado tiempo. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**Fallos debido a fenómenos naturales.** En este grupo están incluidos los fenómenos meteorológicos y causa exteriores a los equipos que provocan un mal funcionamiento. Desde el punto de vista del mantenimiento hay dos grandes clasificaciones para los fallos. La primera en función de la capacidad de trabajo de la máquina y la segunda es en la forma de aparecer. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**Fallas en función de la capacidad de trabajo de la máquina.** Se clasifican fallas totales o parciales. La primera implica un paro de todo el sistema productivo. La segunda afecta una serie de elementos de la maquina pero está aún puede continuar trabajando. La aparición de otro tipo de fallas depende de la complejidad de la instalación y la interacción entre las máquinas. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**Fallas en función de cómo aparecen.** Son clasificadas en progresivas y repentinas. La primera son las que permiten anticipar su aparición y están asociadas al desgaste, la abrasión o desajustes. O con un buen seguimiento se puede establecer cuando aparecerá esta falla. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

Las fallas repentinas son las difíciles de predecir y suelen estar relacionadas con rotura de elementos, algunos autores realizan un esquema combinado de estas clasificaciones.

**Averías mecánicas.** Son aquellos paros relacionados con algún daño en la parte mecánica como cambios de correas, desnivel de la máquina, cambio de rodamiento. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**Averías eléctricas.** Los componentes de las máquinas que provocan este tipo de averías, están relacionado con el sistema eléctrico como cambio de escobillas, paro del motor o

resistencias eléctricas del husillo que no funcionan. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

**Problemas por falta de lubricación.** Son los paros relacionados con las partes móviles de las máquinas que necesitan de la lubricación para evitar el desgaste por fricción como cadenas o el sistema de cierre móvil. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

### **Mantenimiento preventivo**

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, por oposición al mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento aquellos que dejaron de funcionar o están dañados. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

### **Mantenimiento Predictivo**

Está basado en la determinación de la condición técnica del equipo en operación. El concepto se basa en que las máquinas darán un tipo de aviso antes de que fallen y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para después tomar acciones y decisiones de

reparación o cambio antes de que ocurra una falla. (**Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016**)

Se realiza antes que ocurra una falla o avería, con la finalidad de mantener los equipos trabajando y para reducir las posibilidades de ocurrencias o fallas. Consiste en la revisión periódica de ciertos aspectos, de los componentes de un equipo, que influyen en el desempeño fiable del sistema y en la integridad de su infraestructura. (**Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016**)

Esta modalidad de mantenimiento se ocupa en la determinación de las condiciones operativas de durabilidad y confiabilidad de un equipo. Su primer objetivo es evitar o mitigar las consecuencias de las fallas del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas incluyen acciones como revisiones del mecanismo, limpieza e incluso cambios de piezas desgastadas evitando fallas antes de que estas ocurran. (**Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016**)

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda ser reemplazado, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. (**Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016**)

### **Mantenimiento Proactivo**

El mantenimiento Proactivo llamado también Mantenimiento de precisión o Mantenimiento Basado en la Confiabilidad, es un **proceso de gestión de riesgos** que permite mejorar continuamente estrategias de mantenimiento y rendimiento de maquinaria y su objetivo es eliminar los fallos repetitivos o posibles problemas recurrentes. Una buena implantación y ejecución del proceso de Mantenimiento Proactivo puede asegurar una mejor amortización de los activos al gestionar claramente el riesgo potencial sobre ellos. (**Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016**)

### **Mantenimiento correctivo**

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado. Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

### **Mantenimiento productivo total**

Es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial. Las siglas TPM fueron registradas por el JIPM <http://www.jipm.or.jp/en/> ("Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta"). Los sistemas productivos, que durante muchas décadas han concentrado sus esfuerzos en el aumento de su capacidad de producción, están evolucionando cada vez más hacia la mejora de su eficiencia, que lleva a los mismos a la producción necesaria en cada momento con el mínimo empleo de recursos, los cuales serán, pues, utilizados de forma eficiente, es decir, sin despilfarro; para ello TPM busca alcanzar Tres Ceros: Cero Averías, Cero Defectos y Cero Accidentes (de personas y medio ambiente) **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

Todo ello ha conllevado la sucesiva aparición de nuevos sistemas de gestión que con sus técnicas han permitido una eficiencia progresiva de los sistemas productivos, y que han culminado precisamente con la incorporación de la gestión de los equipos y medios de producción orientada a la obtención de la máxima eficiencia, a través del TPM o Mantenimiento Productivo Total. El primer paso firme fue la aparición de los sistemas de gestión flexible de la producción, y muy especialmente el Just in Time (JIT), sistema que ha soportado abandonar el objetivo de maximizar la producción (y de disponer todos los medios del aparato productivo de forma que se logre tal objetivo), para pasar a reorganizar

los sistemas productivos y reasignar sus recursos de forma que se consiga adaptar la producción de cada momento a las necesidades reales, y que ésta se logre sobre la base de un conjunto de actividades, consumidoras de recursos, las cuales se reducirán a las mínimas estrictamente necesarias (cualquier actividad no absolutamente necesaria se consideraría un despilfarro). Este modelo de sistema productivo se conoce en la actualidad como Lean production, y se traduce comúnmente como producción ajustada; su filosofía se ajusta al ya citado JIT. **(Wikipedia, Wikipedia la enciclopedia libre, 2016)**

A la producción ajustada, sin consumo de recursos innecesarios, se puede añadir la implantación de los sistemas conducentes a la producción de calidad, sin defectos en el producto resultante. La gestión TQM (Total Quality Management) conduce a la implantación de procesos productivos que generen productos sin defectos, y que lo hagan a la primera, en aras de mantener la óptima eficiencia del sistema productivo. Los sistemas que en la actualidad consiguen optimizar conjuntamente la eficiencia productiva de los procesos y la calidad de los productos resultantes son considerados como altamente competitivos. El TPM surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema para el control de equipos en las plantas con un nivel de automatización importante. En Japón, de donde es originario el TPM, antiguamente los operarios llevaban a cabo tareas de mantenimiento y producción simultáneamente; sin embargo, a medida que los equipos productivos se fueron haciendo progresivamente más complicados, se derivó hacia el sistema norteamericano de confiar el mantenimiento a los departamentos correspondientes (filosofía de la división del trabajo); sin embargo, la llegada de los sistemas cuyo objetivo básico es la eficiencia en áreas de la competitividad ha posibilitado la aparición del TPM, que en cierta medida supone un regreso al pasado, aunque con sistemas de gestión mucho más sofisticados.

## 5.2 Estado del Arte.

### 5.2.1 Internacional.

El autor Esteban Raul Garcia Suarez presenta una propuesta de **ACTUALIZACIÓN DE PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA MTECH DE MEXICO** para mejoramiento al plan maestro de mantenimiento preventivo de máquinas de inyección de plásticos en la empresa Mtech de México para el año 2013 como requisito de grado en la Universidad tecnológica de Querétaro, la propuesta se basa en la implementación de un plan de mantenimiento basado en el análisis de historiales y ordenes de mantenimiento preventivo. En el documento se hace el análisis y la evaluación de los planes de mantenimiento de la empresa Mtech, el autor considera dentro de la propuesta el realizar levantamiento de información sobre las maquinas que tiene la compañía, capacitación de personal, implementación de reuniones periódicas para análisis de la información que se obtendrá con el fin de mejorar el plan maestro de mantenimiento que ya tiene la empresa.

El autor Juan Carlos Valdivieso Torres propone un **DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPAS S.A.** el plan de mantenimiento preventivo para Extrupas que se dedica a la fabricación de productos fabricados con plástico para el año 2010, como Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. El autor propone un análisis desde la obtención de toda la información básica de la empresa, realizando obtención de información sobre su departamento de mantenimiento si existiera, diagnóstico de la maquinaria existente, obtención de información sobre los mantenimientos realizados a cada máquina, creación de hojas de vida de cada equipo sometido al plan de mantenimiento, dentro del análisis inicial realizado por el autor se detecta que un 95% de los mantenimientos que se hacen son correctivos. Este diseño de un plan de mantenimiento nos sirve como base para conocer el procedimiento realizado por el autor para fortalecer los aspectos más importantes y relevantes para la implementación de nuestra propuesta.

El autor Luis Eduardo Cruz Herrera propone el **DIAGNOSTICO DE LA INEFICIENCIA DEL AREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA AMCOR PET PACKAGING DEL ECUADOR Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO** para la implementación de planes de mantenimiento basados en TPM, mantenimiento preventivo y mantenimiento predictivo para la empresa Amcor dedicada a la fabricación de productos plásticos 2007 – 2008 como Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Guayaquil. El autor realiza un análisis inicial donde detecta fallas por máquina de hasta 225 horas por mes y grandes desperdicios de materia prima. Mediante la implementación de mantenimiento productivo total el autor considera realizar la reducción de fallas hasta en un 50%.

Este documento nos sirve como base para realizar el análisis de la información recolectada y en los métodos que se utilizan para este propósito a fin de implementar los que sean más productivos.

El autor Rawid Roa propone el **MANTENIMIIENTO CORRECTIVO EN MAQUINA DE INYECCION AUTOMATICA MODELO BOY 15S DEL DEPARTAMENTO DE INYECCION EN LA EMPRESA DE PLASTICOS CEMEPLAST**, el mantenimiento correctivo del equipo se basa en el rediseño y mejora de piezas que presentan fallas frecuentes, para la empresa CEMEPLAST ubicada en Venezuela, la empresa se dedica fabricación de productos plásticos, el proyecto se realiza durante el 2014 como requisito para optar por el título de Técnico superior Universitario en tecnología mecánica en la ciudad de Camurí Grande en Venezuela. El autor realiza el análisis de la maquinaria de la empresa mediante la implementación del primer pilar del TPM “Mejoras Enfocadas” y el segundo pilar del TPM “Mantenimiento autónomo”, describiendo paso a paso actividades de mejora para los equipos de la compañía, el trabajo del autor se tomará como base para organizar actividades enfocadas a la propuesta de mantenimiento para Gotuplas.

El autor Luis Eduardo Miñón Velázquez propone el **DESARROLLO PROFESIONAL EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN MAQUINAS DE INYECCION DE PLASTICO Y SUS SISTEMAS DE ENFIAMIENTO**, como plan de mantenimiento basado en mantenimiento preventivo y correctivo, para la empresa Alica S.A. dedicada a la fabricación de productos plásticos para el año 2016 como informe de actividades profesionales para obtener el título de ingeniero Mecánico en la Universidad Nacional Autónoma de México. El autor realiza un análisis de maquinaria donde propone actividades periódicas y planes de mantenimiento preventivo y correctivo, también realiza la propuesta de implementación de un programa de mantenimiento basado en TPM para la compañía, ya que el mantenimiento según el autor es muy intuitivo y no se documentan las actividades.

Las actividades desarrolladas por el autor sirven como base para la implementación de la propuesta de mantenimiento en Gotuplas, ya que el modelo de trabajo se basa en TPM mediante el uso de sus pilares.

### **5.2.2 Nacional**

El autor Yilmer Alexander Barón Pulzara presenta un **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS SOPLADORA E INYECTORA-SOPLADORA DE LA EMPRESA OTORGO LTDA**, es una propuesta de diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo en Cali para el año 2011 como proyecto de grado o Pasantía institucional para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Autónoma de Occidente. El autor Yilmer Alexander Barón Pulzara En este documento encontramos un plan de mantenimiento para una inyectora y una inyectora-sopladora en la empresa OTORGO LTDA, se aborda un marco conceptual donde se dan a conocer los diferentes tipos de mantenimiento que se utilizan en la actualidad, se define un alcance en el cual se busca la implementación de un plan de mantenimiento en la empresa que hasta ese momento era inexistente. El autor realiza un análisis del proceso de producción y de



inyección sobre el cual se realiza el debido análisis de criticidad de que deriva un plan de mantenimiento.

Los autores Idelfonso Torres Cuesta, Jose Luis Pabón Cárdenas y Twoening Morales Torres presentan un **MODELO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA PRODUCTOS UNIDOS LTDA.**, la propuesta de modelo de mantenimiento es para la empresa productos unidos para el año 2000 como Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander.

En este proyecto encontramos el análisis de disponibilidad de las máquinas para la empresa PRODUCTOS UNIDOS LTDA, el autor plantea la verificación de la tasa de rendimiento sobre la cual se hace un análisis de Punto de partida es el EGP, al autor realiza un análisis de la tasa de calidad de la producción. Mediante la implementación de estrategias gerenciales el autor pretende para lograr el éxito del modelo a implementar.

Los autores Jorge Neira bejarano y Fernando Osma Pachón presentan un **PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA CIUDADELA COMERCIAL UNCENRO**, el programa de organización y mantenimiento es para Unicentro Bogotá en el año 2001, la propuesta se presenta como Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander.

En este proyecto encontramos el análisis del sistema eléctrico de la ciudadela Unicentro en Bogotá donde los autores hacen análisis del sistema eléctrico con el fin de mejorar un 20% el rendimiento eléctrico durante los 5 años siguientes a la implementación, mediante la implementación de mantenimiento y el uso de un modelo de gestión para la administración. El modelo utilizado por los autores nos sirve como base para conocer los procedimientos y técnicas utilizados para la implementación de modelos de gestión de mantenimiento.

Los autores Pedro Ignacio de la Cruz de Lavallo Lowey, Rafael Antonio del Risco Navas y Emerson Murillo Padilla diseñaron una **METODOLOGÍA PARA DECIDIR LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**, la propuesta está encaminada en el enfoque de Gestión de Calidad y mantenimiento basado en TPM, el documento se encuentra elaborado para empresas del sector industrial pero la información se recolectó para Seatech, Telecartagena y Lime en Bucaramanga para el año 2002, la propuesta se presenta como Monografía de grado presentada como requisito para optar el título de Especialistas en Gerencia de Mantenimiento de la Universidad Industrial de Santander.

El documento cuenta con análisis productivo para basado en sistemas de Gestión de Calidad y mejora continua enfocados a mejorar la eficiencia de los equipos de trabajo en las empresas objeto de estudio. Dentro de la información relevante del documento es importante resaltar la implementación del TPM como base para mejorar la eficiencia de la planta en Gotuplas

Los autores Eduardo Luis Salemi Castro y Sergio David Zelner Leones realñizaron una propuesta para realizar la **REINGENIERÍA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ABOCOL S.A.**, la propuesta se presenta como Monografía de grado presentado como requisito para optar título de Especialista en Gerencia de Mantenimiento en la ciudad de Cartagena para el año 2000

Dentro del desarrollo de la propuesta se encuentra la implementación de Reingeniería tanto para el mantenimiento de la compañía objeto de estudio como la Reingeniería de procesos donde se hace énfasis en el rediseño administrativo y operativo. Dentro del análisis realizado por los autores se resalta el estudio del proceso de mantenimiento de la compañía detectando las falencias dentro de cada operación y se proponen alternativas de solución, para el caso de Gotuplas se tendrá en cuenta el rediseño de algunas operaciones en la línea de producción con el fin de mejorar la disponibilidad de los equipos.

### 5.2.3 Local

Los autores Gerardo Calderon Diaz y Frank Rosero García presentan una **PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO PARA NIKE COLOMBIA**, el documento presenta un plan de mantenimiento para equipos en la planta de producción de la empresa Nike Colombia como proyecto de grado para la especialización en Gerencia de Mantenimiento de la Escuela Colombiana de Carreras industriales en el año 2013.

Dentro del documento se encuentran pautas para la implementación de mantenimiento de máquinas, los autores realizan el análisis de costos detallado para el desarrollo de la propuesta del plan de mantenimiento donde se incluye el análisis de costos para repuestos, costo de mano de obra, costo de paradas programadas y no programadas y costos de la investigación.

Todos los factores analizados dentro del documento sirven de pauta para comparar la elaboración de planes de mantenimiento en ABC Gotuplas.

Los autores Jose Alfredo Páez Ibáñez y John Montoya Lopez presentan el **DISEÑO DE UN PLAN DE LUBRICACIÓN CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL**, el diseño del plan de lubricación se presenta para una empresa del sector industrial en el año 2012, la propuesta se presenta como proyecto de grado como requisito para optar por el título de especialistas en mantenimiento de la Escuela Colombiana de Carreras industriales en el año 2013.

Los autores realizan un análisis sobretodos los factores que afectan la lubricación de equipos en la industria, se toman en cuenta aspectos como marcas de lubricantes, patrones que afectan la lubricación, tipos de lubricación, que son importantes para nuestra propuesta ya que dentro de nuestro plan tenemos rutinas de lubricación para los diferentes equipos.

Los autores Jose Johanna Alexandra Plazas Chala y Juan Carlos Castro Molano presentan una **PROPUESTA DE CALCULO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CNC EN LA EMPRESA TECNIROL S.A.S.**, la propuesta se encuentra enfocada al sector metalmecánico para realizar el cálculo de indicadores de mantenimiento centrado en confiabilidad para la empresa Tecnirol para el año 2012 como proyecto para optar al título de especialistas en gerencia de mantenimiento de la Escuela Colombiana de Carreras industriales, la propuesta tiene como objetivo hacer evaluación de los indicadores de mantenimiento en máquinas de control neumático por computadora, los autores basan la propuesta en la información adquirida mediante el análisis del historial de los equipos, de algunos datos estadísticos suministrados por el jefe de planta.

La información recopilada en este documento presenta una base para realizar la evaluación de indicadores dentro de la propuesta para Gotuplas.

Los autores Yenny Rosmira Daza Roa y Johana Andrea Acosta Hernandez realizan el **DIAGNOSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) EN LA MAQUINA OM73 PARA MULTIDIMENSIONES S.A.**, el proyecto se encuentra orientado a la identificación del cumplimiento de estándares de RCM en la línea de termo formado para la empresa Multidimensiones S.A. para el año 2013 como trabajo de grado de la Escuela Colombiana de Carreras industriales.

La propuesta tiene como objetivo hacer un diagnóstico mediante una investigación descriptiva para predecir e identificar la relación entre variables sobre el mantenimiento industrial y llegar a la implementación de RCM.

La información recopilada en este documento se relaciona con la propuesta para Gotuplas donde se tiene en cuenta la investigación e identificación de fallas en los procesos de mantenimiento.

El autor Carmen Rocio Ortiz Rodriguez presenta un informe de **GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA MAQUINA EXTRUSORA 100.**, el proyecto se encuentra encaminado a optimizar el proceso de extrusión de película plástica

mediante la gestión de mantenimiento correctivo para la empresa Codexpo S.A.S. para el año 2012 como trabajo informe de pasantía de grado para la Escuela Colombiana de Carreras industriales.

El documento tiene como objetivo presentar la posibilidad de mejora a los procesos de manufactura de la empresa Codexpo dedicada a la fabricación de productos plásticos mediante un estudio de tiempos y movimientos identificando tiempos muertos de hasta 4 días en actividades importantes de la línea de producción. La identificación de fallas en procesos presenta la posibilidad de implementación en Gotuplas dentro de la propuesta de planes de mantenimiento

## 6. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Dentro de un modelo de investigación se contemplan los factores que describen el tipo de investigación que se desarrolla:

Tabla 1: *Tipos de investigación*

<b>TIPOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>CARACTERISTICAS</b>
HISTORICA	analiza eventos del pasado y busca involucrarlos con otros del presente
DOCUMENTAL	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
DESCRIPTIVA	reseña rasgos , cualidades o atributos de la población objeto de estudio
CORRELACIONAL	mide grado de relación entre variables de la población estudiada
EXPLICATIVA	da razones del por qué los fenómenos , analiza una unidad específica del universo
ESTUDIOS DE CASO	recoge información del objeto de estudio en oportunidad única , compara los datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios
EXPERIMENTAL	analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o as variables que son independiente sobre otras que son independientes

Fuente: Metodología de la investigación 5<sup>ta</sup> edición, Roberto Hernández Sampieri, 2010.

Dentro del desarrollo del proyecto se realiza una investigación descriptiva encaminada a diseminar las variables de falla del proyecto de investigación y los componentes que esta lleva consigo, dentro de la compañía Gotuplas se realiza el proceso de verificación de cada variable y se identifican las consecuencias de estas, dentro del caso de estudio se propone realizar las correcciones y el costo que tendría la implementación.

## 7. MARCO METODOLOGICO

### 7.1. Recolección de datos.

#### RECOLECCION DE DATOS

Lo primero que debemos hacer es generar la política de mantenimiento la cual consiste en que los equipos de la empresa deben ser mantenidos cumpliendo los requerimientos de producción teniendo en cuenta la seguridad y el medio ambiente mediante una estrategia y programación de mantenimiento coordinada junto con el proceso de producción, ahora vamos a realizar la taxonomía de la línea de producción de inyección:

- 1 Industria plástica.
- 2 Negocio Producción.
- 3 Instalación Bogotá.
- 4 Planta Bogotá.
- 5 Sistema transformación del plástico en tapas para gotero.
- 6 Equipo Compresor de aire, inyectora.
- 7 Sub-unidad **COMPRESOR** (filtros, Lubricación, correas, válvula de alivio)
8. **INYECTORA** (bomba hidráulica, husillo, calefacción, lubricación)

Se debe tener en cuenta que toda máquina es un conjunto de sistemas (mecánico, eléctrico, etc.) que se relacionan y necesitan diferente tipo de mantenimiento y a intervalos de tiempo diferentes. La identificación de estos sistemas es importante porque afecta directamente el plan de mantenimiento. Siendo esto ventajoso porque subdivide el plan de mantenimiento en partes más fáciles de diseñar e implementar.

Debido a que la mayoría de los mecanismos que componen un equipo, necesitan lubricación estas actividades son las más numerosas y por consiguiente es necesario describirlas para mejorar su ejecución y manejo. Las actividades eléctricas son pocas porque en estos elementos no hay desgaste por fricción, siendo esta la mayor fuente de falla.

Lo mismo si no referimos a los elementos electrónicos tales como instrumentos de control y medición, en los cuales la mayoría de actividades son correctivas porque casi nada lo que se puede hacer para prevenir daños imprevistos, limitándose solo a labores tales como:

- Limpieza.
- Mantener limpio el ambiente de trabajo.
- Controlar la temperatura por debajo 60 °C.
- Controlar la humedad relativa ya que tener valores por debajo de 40 % hace que estos elementos se carguen electrostáticamente y al descargarse trastornan su funcionamiento y alteran la información.
- Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos.
- Controlar las variaciones de voltaje.
- Realizar conexiones directas para evitar cortes en el flujo o inestabilidades por variaciones en la carga de la línea.

La cantidad de actividades mecánicas es menor que la de lubricación pero mucho más que la de la electricidad, ya que sus elementos si sufren por fricción, por muy buena que sea la lubricación. Dentro de estas actividades se incluyen también las de tipo neumático e hidráulico.

El plan de mantenimiento preventivo consiste en una serie de trabajos o intervenciones al equipo que se deben realizar según un cronograma definido, esto para optimizar su desempeño y evitar paros no programados para reparaciones de emergencia. Es recomendable en este tipo de mantenimiento seguir las instrucciones de los fabricantes y tener en cuenta los puntos de vista de los técnicos especializados en esta área. En el mantenimiento preventivo se realizan dos tipos diferentes de intervenciones, la primera consiste en realizar trabajos que no necesitan conocimientos profundos y no es necesario ningún tipo de herramienta especializada (cambio de lubricante, por ejemplo), en la segunda es necesario el uso de personal especializado con herramientas especializadas y constituye en un mantenimiento mucho más a fondo (por ejemplo cambio de una pieza, balanceo de ejes, etc.).



Para realizar el diseño de nuestro programa de mantenimiento se estudiaron las recomendaciones y los tiempos de mantenimiento que nos brinda el manual de usuario de cada equipo y con la ayuda del personal de planta se hizo el levantamiento de las actividades con su frecuencia para las maquinas inyectoras y compresor, esta propuesta nos brinda una herramienta muy valiosa al momento de organizar de manera organizada el mantenimiento preventivo de la planta, con la implementación de este programa de mantenimiento podemos prever cualquier falla repentina en los equipos usados para el proceso, este objetivo es muy claro al momento de implementar un plan de mantenimiento preventivo.

Debido a que la mayoría de los mecanismos que componen un equipo, necesitan lubricación estas actividades son las más numerosas y por consiguiente es necesario describirlas para mejorar su ejecución y manejo. Las actividades eléctricas son pocas porque en estos elementos no hay desgaste por fricción, siendo esta la mayor fuente de falla. Lo mismo si no referimos a los elementos electrónicos tales como instrumentos de control y medición, en los cuales la mayoría de actividades son correctivas porque casi nada lo que se puede hacer para prevenir daños imprevistos, limitándose solo a labores tales como: Limpieza, Mantener limpio el ambiente de trabajo, Controlar la temperatura por debajo 60 °C. Controlar la humedad relativa ya que tener valores por debajo de 40 % hace que estos elementos se carguen electrostáticamente y al descargarse trastornan su funcionamiento y alteran la información; Prevenir o eliminar vibraciones en equipos electrónicos, Controlar las variaciones de voltaje. Realizar conexiones directas para evitar cortes en el flujo o inestabilidades por variaciones en la carga de la línea.

## **7.2. Análisis de Datos**

Nuestro alcance va hasta las subunidades y ya definidas vamos a realizar un listado de actividades de mantenimiento para cada equipo con las cuales vamos a iniciar la elaboración de nuestro cronograma que organizara la información de la forma más óptima.

### **ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO:**

Un cronograma de actividades de mantenimiento preventivo se pueden dividir de las siguen manera

**Inyectora:**Tabla 2: *Actividades de mantenimiento Inyectora*

<b>tiempo de actividad</b>	<b>posición</b>	<b>¿Qué o dónde?</b>
<b>Semanal</b>	4	rociar las columnas de la unidad de cierre y de la unidad de inyección con anticorrosivo(solo en las zonas donde no realiza movimientos) limpiar filtro de intercambiador de aceite
<b>Quincenal</b>	8	cambiar filtro de aire
<b>Mensual</b>	2	Limpiar y lubricar ligeramente las regletas de guía de la guarda de seguridad.
<b>Mensual</b>	3	lubricar el plato móvil con aceite iso220, evitar llenar en exceso
<b>Trimestral</b>	7	comprobar el nivel de aceite de la unidad de lubricación central y del tanque hidráulico
<b>Semestral</b>	1	Engrasar los piñones helicoidales con grasa kp2k o multipropósito. Engrasar la suspensión del cilindro de cierre con grasa kp2k o multipropósito. engrasar el plato de desplazamiento con grasa kp2k o multipropósito
<b>Semestral</b>	8	cambiar el filtro de aceite revisión de ventilador del tablero eléctrico
<b>Semestral</b>	6	cambiar filtro de la tapa de depósito hidráulico y su respectivo empaque(o 'ring)
<b>Anual</b>	8	cambiar aceite hidráulico y realizar limpieza total del tanque hidráulico realizando flushing al sistema hidráulico
<b>Anual</b>	n/a	Revisar la correcta nivelación del equipo
<b>Anual</b>	n/a	realizar mantenimiento preventivo a tablero eléctrico

\*información tomada del manual de usuario del equipo inyectora arburg 320k

**Compresor:**Tabla 3: *Actividades de mantenimiento compresor*

tiempo de actividad	¿Qué o dónde?
<b>Semanal</b>	verificar la tensión de las correas revisar el manto filtrante del tablero eléctrico revise válvula de drenado
<b>Quincenal</b>	verifique el nivel de aceite refrigerante
<b>Mensual</b>	cambio del filtro de aire
<b>Mensual</b>	mantenimiento al sistema de trasmisión
<b>Trimestral</b>	mantenimiento al condensador refrigerativo
<b>Semestral</b>	cambio del elemento filtrante del filtro de salida
<b>Semestral</b>	revisión de válvula de seguridad alivio
<b>Semestral</b>	cambiar el filtro de aceite revisión de ventilador del tablero eléctrico
<b>Semestral</b>	revisión del módulo de servicio
<b>Anual</b>	cambio de aceite refrigerante
<b>Anual</b>	cambio de cartucho separador de aceite
<b>Anual</b>	revisión del módulo de servicio
<b>Anual</b>	mantenimiento al sistema eléctrico
<b>Anual</b>	cambio de correas de transmisión

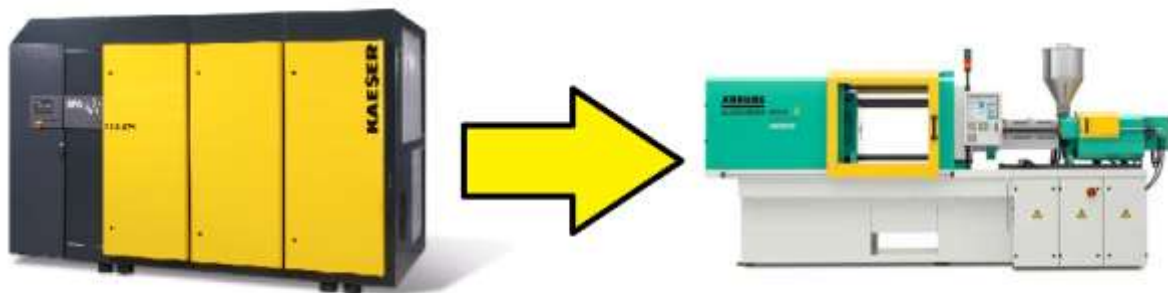


Figura 2: Compresor e inyectora

Fuente: Kaeser Colombia [www.kaeser.com.co](http://www.kaeser.com.co) / Interempresas  
[www.interempresas.net](http://www.interempresas.net)

La cantidad de actividades mecánicas es menor que la de lubricación pero mucho más que la de la electricidad, ya que sus elementos si sufren por fricción, por muy buena que sea la lubricación. Dentro de estas actividades se incluyen también las de tipo neumático e hidráulico.

Durante la planeación del plan de mantenimiento, se requiere identificar los equipos y sus partes, rutas de lubricación y demás herramientas que servirán para la ejecución del mantenimiento preventivo.

Las rutas de lubricación, frecuencia y tiempo de servicio deben ser diseñadas alrededor de la organización de control para asegurar el cumplimiento. Una de las ayudas que se puede tener al diseñar estas rutas son las instrucciones o recomendaciones que realizan los fabricantes de los equipos. Algunas plantas o fábricas no poseen este tipo de información y utilizan los estudios de lubricación realizados por compañías, esta actividad de lubricación debe ser realizada por obreros calificados o especializados.

### **MANTENIMIENTO A MOTORES ELECTRICOS:**

Un equipo o parte fundamental de las maquinas son los motores eléctricos los cuales han presentado la mayor cantidad de fallas las cuales se encontraron en los registros de gastos de mantenimiento por parte de reparaciones externas, para lo cual se puede implementar una guía para la reparación de estos motores; Los motores eléctricos en la industria proporcionan los medios para convertir la energía eléctrica en una producción significativa y mensurable. Debido a que son tan prevalentes y críticos para la industria, la capacidad para diagnosticar con precisión, predecir y tratar eficientemente los problemas de los motores, es esencial para el personal de mantenimiento, ingeniería y operaciones.

Un aspecto importante en el mantenimiento de motores eléctricos es la inspección visual y mecánica.

- Inspeccione la condición física y mecánica del motor.
- Busque signos de aceite o fugas de agua.

- Verifique que las entradas de aire no están obstruidas.
- Compruebe sonidos u olores anormales.
- Compruebe la tubería del drenaje.
- Observe la condición de los pernos de anclaje, extensiones de eje, acoplamientos y guardias.
- Compruebe el entorno de cualquier aspecto medioambiental que pueda afectar al rendimiento o vida útil.
- Inspeccione el anclaje, la alineación, la conexión a tierra.
- Inspeccione los deflectores de aire, los ventiladores de refrigeración, los anillos colectores y las escobillas.
- Inspeccione las conexiones eléctricas atornilladas de alta resistencia.
- Mientras la unidad esté a plena carga, lleve a cabo un estudio termo gráfico.
- Verificar el uso de sistemas de lubricación y engrasado apropiados.
- Verifique el nivel de aceite del rodamiento o chumacera y los periodos adecuados de reengrase.
- Compruebe la lubricación inadecuada, el tipo de aceite equivocado, si la viscosidad es demasiado pesada o demasiado clara en caso de chumaceras y en caso de rodamientos verifique no mezclar tipos de grasa diferentes.
- Verifique existencia de aceite sucio o viejo (debe sustituirse y/o probarse).
- Verifique que los anillos lubricadores de aceite giren (especialmente a bajas temperaturas).
- Compruebe si hay agua u otros contaminantes en el sistema de lubricación.
- Compruebe que la alimentación del aceite esté conectada a los puertos correctos.
- Verifique el espacio del sello y condiciones.
- Asegúrese de que no hay asentamiento incorrecto del eje en el rodamiento o si no existe un eje doblado.
- Verifique la ausencia de ruidos o señales de sobrecalentamiento mecánico o eléctrico inusual.
- Asegúrese de que no hay superficies de rodamiento áspero debido a la manipulación de la corrosión o por descuido.
- Compruebe que no tenga una mala alineación.

- Verificar que los circuitos detectores de temperatura de resistencia se ajustan a los planos y funcionan correctamente.  
(Información extraída de tdesa.com)

### 7.3. Propuesta de solución

#### **MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y PREVENTIVO EXTERNO**

En caso de requerirse, se solicitará un soporte o intervención técnica al proveedor o representante de la marca correspondiente, los procedimientos y reportes generados se pueden sujetar al “Plan de Mantenimiento Preventivo” (**FOR-MT-001**) y Hoja de Vida.

Actualmente la compañía dispone de un director de mantenimiento, 2 técnicos electromecánicos y de 2 auxiliares de mantenimiento que cuentan con la debida capacitación y estudios, de acuerdo a esto se cuenta con 192 horas hombre (HH) semanal para realizar las funciones propuestas en el cronograma, adicional a esto también tienen que intervenir en las actividades de mantenimiento correctivo que se presenten.

Los técnicos a partir del mes de mayo deben consignar en el formato FOR-MT-002 (REGISTRO PERSONAL DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO) que se encuentra en el cuadro siguiente, todas las actividades que realizan ya sean tipo correctivo o preventivo con tiempos de duración de la actividad y firma de la persona que solicita el servicio.

El director de mantenimiento generara una programación semanal en la cual describe las actividades de mantenimiento preventivo que se debe ejecutar esa semana en caso de no realizarlas por algún motivo esta se reprogramara la siguiente semana como máximo, esta programación será divulgada los días viernes por parte del director de mantenimiento a todo el equipo de mantenimiento.

## **ORGANIZACIÓN DEL ÁREA, RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD**

**DIRECTOR DE MANTENIMIENTO:** 1 ingeniero mecánico

Encargado de garantizar el buen funcionamiento de maquinaria y equipos, realizando y verificando el cumplimiento del “Cronograma General de Mantenimiento” (FOR-MT-001), rutinas e inspecciones aplicados a toda la maquinaria y equipos, e instalaciones de la Empresa.

**TÉCNICO DE MANTENIMIENTO:** 2 electromecánicos

Encargado de realizar la labor asignada por la Dirección de Mantenimiento, dando cumplimiento al programa y necesidades anexas de mantenimiento.

**AUXILIAR DE MANTENIMIENTO:** 2 auxiliares

Es el encargado de realizar rutinas de inspección, lubricación a todos los equipos de la planta como las reparaciones locativas que se presenten al igual ser el apoyo para los Técnicos de Mantenimiento.

**MANTENIMIENTO GENERAL:**

**INFRAESTRUCTURA PARA EL MANTENIMIENTO**

La Empresa ha dispuesto un inventario de maquinaria y equipos los cuales sirven como soporte en el proceso productivo, Todas las máquinas y equipos disponen de una hoja de vida donde se registran la información básica necesaria, intervenciones preventivas y correctivas de la Empresa. Antes de realizar cualquier mantenimiento que pueda generar traumatismos en la planta, se debe comunicar a los responsables del proceso de producción con suficiente antelación informando el tiempo requerido, las medidas preventivas y planes de contingencia propuestos en el “Cronograma General de Mantenimiento” (**FOR-MT-001**). Con el objetivo de que se tomen e implementen las medidas necesarias por parte del departamento de producción.

Se debe actualizar el informe de mantenimiento preventivo cada vez que se realice una adición, baja o modificación en alguna de las máquinas o equipos que hacen parte de la infraestructura; de igual forma, cada vez que cambien las condiciones de algún acuerdo o cronograma de mantenimiento proporcionado por algún proveedor interno o externo y cada vez que se ejecute alguno de los mantenimientos propuestos en el “Cronograma General de Mantenimiento” (**FOR-MT-001**).



#### **7.4. Resultados esperados y conclusiones.**

La información que se presenta en este documento sobre las tareas preventivas y predictivas que se van a realizar en la planta de inyección de la empresa Gotuplas fueron tomadas de, Reliability-centered Maintenance (RCM) por John Moubray y del curso de Gerencia de Mantenimiento 2, formación en RCM2, orientadas por la docente Doctora Maria Gabriel Mago Ramos, en la Universidad ECCI. Considerado la propuesta de implementación de planes de mantenimiento dentro de la empresa ABC Gotuplas, donde se establecen unas actividades de mantenimiento preventivo aplicables y efectivas basadas siempre en consideraciones que tienen que ver con las consecuencias que la ocurrencia de los fallos traen consigo.

Las principales conclusiones que se aprecian en este documento son las siguientes:

- Las características técnicas, los costos y la posibilidad de frecuencia de fallo son factores determinantes para la selección de tareas de mantenimiento.
- Los intervalos de tiempo para las frecuencias de las acciones recomendadas pueden cambiar según las observaciones y los resultados que se obtengan durante la implementación.
- Se ha encontrado que algunos modos de falla del sistema causados por error humano, en la mayoría de los casos por desconocimiento, es por ello que se sugiere capacitar al personal directamente implicado en la línea de producción, para asegurar un correcto funcionamiento de los equipos evitando fallas propias de la realización de estas acciones.

## **8. FUENTES DE OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **8.1. FUENTES PRIMARIAS**

De acuerdo al desarrollo de la propuesta, las fuentes de esta categoría se encuentran, experiencias de trabajo en la planta de Gotuplas de ingenieros industriales, electrónicos, personal técnico de la planta y clases de la especialización Gerencia de Mantenimiento:

- Manuales de mantenimiento de inyectora Arbur.
- Manuales de mantenimiento compresor Kaeser.
- Proceso de investigación personal técnico de la planta

### **8.2 FUENTES SECUNDARIAS**

De las fuentes secundarias, libros de mantenimiento, formatos de RCM y RCM2, criterios técnicos de mantenimiento, etc. Entre los cuales se destacan:

- Documentos y clases la Doctora Maria Gabriela Mago Ramos.
- Trabajos y tesis escritas por varios ingenieros y documentos técnicas de mantenimiento.

## 9. ANALISIS FINANCIERO

Tabla 4: *Análisis financiero descripción del caso*

<b>DESCRIPCIÓN</b>
<p>Una empresa fabrica y comercializa envases plásticos para la industria farmacéutica, diariamente, las inyectoras producen 3552 envases, de los cuales 148 se producen cada hora, en 3 turnos trabajados de 8 horas.</p> <p>Un envase tiene un valor de \$500; si de las 24 horas, una de las inyectoras se para 5 horas, entonces, la pérdida diaria se estima en \$370.000, lo cual equivale en una semana un valor de \$2.590.000 y una disminución de producción de 740 envases diarios y 5180 en una semana.</p> <p>Ésta máquina la manipula 1 operaria cada turno de 8 horas, devenga un salario de \$ 689.454 con sus prestaciones de ley, durante el tiempo que se presenta un alto, la empresa está pagando 5 horas de las cuales no se ha obtenido productividad como en las que su funcionamiento es óptimo y eficiente.</p> <p>Mientras más se tarde la corrección del problema, la compañía pierde nivel de producción y horas productivas hombre.</p> <p>La empresa desea contratar personal especializado para realizar un procedimiento de mantenimiento preventivo y correctivo, encontrar la raíz del problema y solucionarlo. Esto logrará que la Inyectora no presente tantas paradas en el transcurso del día y produzca más envases, los que la Producción de la Compañía estima diariamente.</p> <p>Con el correcto funcionamiento de la máquina, las pérdidas se merman significativamente, la disminución de los envases producidos tendrá un alto y se contará con una Implementación preventiva para que el problema presentado no sea repetitivo y se cumplan metas de producto terminado.</p>

Tabla 5: *Calculo de paradas*

<b>VALOR ENVASE</b>	<b>HORAS NO TRABAJADAS</b>	
\$ 500	5	
<b>PERDIDA EN UNA SEMANA</b>	<b>PÉRDIDA EN 1 MES</b>	
\$2.590.000	\$ 10.360.000	
<b>PERDIDA MENSUAL</b>	<b>VALOR INVERSION MENSUAL</b>	<b>DIFERENCIA</b>
\$ 10.360.000	\$ 8.760.000	\$1.600.000

Tabla 6: *Financiación mensual***FINANCIACION MENSUAL**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>PERSONAL SERVICIO</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>TOTAL</b>
MATERIALES, INSUMOS Y HERRAMIENTAS	\$ 1.200.000		\$ 1.200.000
SALARIO DEVENGADO			
Coordinador	\$ 1.500.000		\$ 1.500.000
Técnicos (2)	\$ 980.000		\$ 1.960.000
Auxiliares (2)	\$ 800.000		\$ 1.600.000
TRANSPORTE-VIATICOS	\$ 350.000		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO		\$ 1.200.000	\$ 1.200.000
MANTNIMIENTO CORRECTIVO		\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
			<b>\$ 8.760.000</b>

Tabla 7: *Análisis de materiales*

<b>MATERIALES</b>	Incluye todos los elementos necesarios para elaborar el respectivo mantenimiento a la inyectora que presenta problema.
<b>SALARIO</b>	Incluye sueldo básico, prestaciones de ley.
<b>TRANSPORTE</b>	Valor requerido para el desplazamiento del personal de mantenimiento.

Tabla 8: Presupuesto anual de mano de obra

PRESUPUESTO ANUAL																
SALARIO PERSONAL ADMINISTRATIVO																
FUNCIÓN	SALARIO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL PRESUPUESTADO	TOTAL EJECUTADO	DIFERENCIA
COORDINADOR	\$1.500.000	\$2.300.000	\$2.500.000	\$2.700.000	\$2.300.000	\$2.500.000	\$2.700.000	\$2.800.000	\$2.300.000	\$2.900.000	\$2.500.000	\$3.000.000	\$2.500.000	\$ 31.000.000	\$ 29.000.000	\$ 2.000.000

Tabla 9: Presupuesto personal administrativo

PRESUPUESTO GASTOS PERSONAL ADMINISTRATIVO														
FUNCIÓN	SALARIO	PROMEDIO HRS EXTRA	PROMEDIO HRS EXTRA DIURNAS	VALOR HRS ESTRA DIURNAS	PROMEDIO HRS EXTRA NOCTURNAS	VAOR HRS EXTRA NOCTURNAS	VALOR TOTAL HORAS EXTRAS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	TOTAL
COORDINADOR	\$ 2.300.000	10	3	\$ 35.937	7	\$ 117.397	\$ 153.334	\$ 2.453.334,00	\$ 2.453.334,00	\$ 2.453.334,00	\$ 2.453.334,00	\$ 2.453.334,00	\$ 2.453.334,00	\$ 17.173.338,00

Tabla 10: Calculo de horas extra

CALCULO HORAS EXTRA					
HORA ORDINARIA			HORA ORDINARIA		
\$ 9.583			\$ 9.583		
RECARGO HORA EXTRA DIURNA			RECARGO HR EXTRA NOCTURNA		
11979	11979		16771	\$ 16.770	
VALOR 3 HRAS EXTRAS DIURNAS			VALOR 3 HRAS EXTRAS NOCTURNAS		
35936			\$ 117.396		

Tabla 11: Análisis presupuesto personal técnico

SALARIO PERSONAL OPERATIVO																
FUNCIÓN	SALARIO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL PRESUPUESTADO	TOTAL EJECUTADO	DIFERENCIA
TECNICO 1	\$ 980.000	\$ 1.100.000	\$ 1.150.000	\$ 1.250.000	\$ 1.100.000	\$ 1.300.000	\$ 1.380.000	\$ 1.400.000	\$ 11.000.000	\$ 1.450.000	\$ 1.500.000	\$ 1.370.000	\$ 1.200.000	\$ 25.200.000	\$ 23.560.000	\$ 1.640.000
TECNICO 2	\$ 980.000	\$ 1.100.000	\$ 1.150.000	\$ 1.250.000	\$ 1.100.000	\$ 1.300.000	\$ 1.380.000	\$ 1.400.000	\$11.000.000	\$ 1.450.000	\$ 1.500.000	\$ 1.370.000	\$ 1.200.000	\$ 25.200.000	\$ 22.550.000	\$ 2.650.000
AUXILIAR 1	\$ 800.000	\$ 850.000	\$ 870.000	\$ 895.000	\$1.000.000	\$1.200.000	\$1.150.000	\$1.200.000	\$1.300.000	\$1.100.000	\$ 900.000	\$1.000.000	\$ 950.000	\$ 12.415.000	\$ 11.000.000	\$ 1.415.000
AUXILIAR 2	\$ 800.000	\$ 850.000	\$ 870.000	\$ 895.000	\$1.000.000	\$1.200.000	\$1.150.000	\$1.200.000	\$1.300.000	\$1.100.000	\$ 900.000	\$1.000.000	\$ 950.000	\$ 12.415.000	\$ 12.400.000	\$ 15.000
<b>TOTAL PRESUPUESTO SUELDOS TECNICOS-AUXILIARES</b>															<b>\$ 5.720.000</b>	

Tabla 12: Análisis de presupuesto para repuestos

CANTIDAD	REPUESTOS	COSTO UNITARIO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL PRESUPUESTADO	TOTAL EJECUTADO	DIFERENCIA
23	RESISTENCIA TIPO ABRAZADERA Ø 86 x 75 mm	32.000 \$	736.000 \$	800.000 \$	750.000 \$	800.000 \$	600.000 \$	750.000 \$	800.000 \$	600.000 \$	733.500 \$	600.000 \$	750.000 \$	600.000 \$	\$ 8.519.500	\$ 8.500.000	\$ 19.500
5	RESISTENCIA EN ESPIRAL Ø 50 X 42 mm	23.000 \$	\$115.000	\$120.000	\$110.000	\$120.000	\$100.000	\$110.000	\$120.000	\$100.000	\$ 96.700	\$100.000	\$110.000	\$100.000	\$ 1.301.700	\$ 1.300.000	\$ 1.700
15	RESISTENCIA EN "L" Ø 168 X 90 mm	42.000 \$	\$630.000	\$650.000	\$621.000	\$650.000	\$550.000	\$621.000	\$650.000	\$550.000	\$ 63.800	\$550.000	\$621.000	\$550.000	\$ 6.706.800	\$ 6.000.000	\$ 706.800
12	ROTULA POS 10 LA	12.000 \$	\$144.000	\$148.000	\$140.000	\$148.000	\$120.000	\$140.000	\$148.000	\$120.000	\$120.000	\$120.000	\$140.000	\$120.000	\$ 1.608.000	\$ 1.580.000	\$ 28.000
4	ROTULA POS 8 L	16.000 \$	\$64.000	\$68.000	\$55.000	\$68.000	\$55.000	\$55.000	\$68.000	\$55.000	\$50.000	\$55.000	\$55.000	\$55.000	\$ 703.000	\$ 700.000	\$ 3.000
9	RODAMIENTO 6309-2Z	8.000 \$	\$72.000	\$75.000	\$68.000	\$75.000	\$65.000	\$68.000	\$75.000	\$65.000	\$63.000	\$65.000	\$68.000	\$65.000	\$ 824.000	\$ 820.000	\$ 4.000
24	RODAMIENTO 30207	7.540 \$	\$180.960	\$185.000	\$155.000	\$185.000	\$160.500	\$155.000	\$185.000	\$160.500	\$150.000	\$160.500	\$155.000	\$160.500	\$ 1.992.960	\$ 1.930.000	\$ 62.960
14	ACOPLE ARAÑA	15.000 \$	\$210.000	\$215.000	\$201.000	\$215.000	\$190.000	\$201.000	\$215.000	\$190.000	\$190.000	\$190.000	\$201.000	\$190.000	\$ 2.408.000	\$ 2.200.000	\$ 208.000
13	BALASTO ELECTRONICO PARA 2 TUBOS	2.300 \$	\$29.900	\$40.000	\$25.500	\$40.000	\$23.550	\$25.500	\$40.000	\$23.550	\$30.500	\$23.550	\$25.500	\$23.550	\$ 351.100	\$ 340.000	\$ 11.100
10	CLAVIJA 50A-250V	10.000 \$	\$100.000	\$150.000	\$96.000	\$150.000	\$80.000	\$96.000	\$150.000	\$80.000	\$95.000	\$80.000	\$96.000	\$80.000	\$ 1.253.000	\$ 1.233.000	\$ 20.000
8	ELECTROVALVULA	9.000 \$	\$72.000	\$75.000	\$70.000	\$75.000	\$69.000	\$70.000	\$75.000	\$69.000	\$65.000	\$69.000	\$70.000	\$69.000	\$ 848.000	\$ 833.000	\$ 15.000
1	FUSIBLE	4.800 \$	\$4.800	\$6.000	\$3.800	\$6.000	\$4.300	\$3.800	\$6.000	\$4.300	\$3.600	\$4.300	\$3.800	\$4.300	\$ 55.000	\$ 53.000	\$ 2.000
			\$2.358.660	\$2.532.000	\$2.295.500	\$2.532.000	\$2.017.350	\$2.295.500	\$2.532.000	\$2.017.350	\$1.661.100	\$2.017.350	\$2.295.500	\$2.017.350	\$ 26.571.060	\$ 25.489.000	\$ 1.082.060
<b>TOTAL DIFERENCIA PRESUPUESTO REPUESTOS</b>																<b>\$ 1.082.060</b>	



Tabla 13: Análisis de presupuesto para insumos

CANTIDAD	REPUESTOS	COSTO UNIT	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	TOTAL PRESUPUE	TOTAL EJECUTA	DIFERENCIA
23	RESISTENCIA TIPO ABRAZA	\$ 32.000	\$ 736.000	\$ 800.000	\$ 750.000	\$ 800.000	\$ 600.000	\$ 750.000	\$ 800.000	\$ 600.000	\$ 733.500	\$ 600.000	\$ 750.000	\$ 600.000	\$ 8.519.500	\$ 8.500.000	\$ 19.500
5	RESISTENCIA EN ESPIRAL	\$ 23.000	\$ 115.000	\$ 120.000	\$ 110.000	\$ 120.000	\$ 100.000	\$ 110.000	\$ 120.000	\$ 100.000	\$ 96.700	\$ 100.000	\$ 110.000	\$ 100.000	\$ 1.301.700	\$ 1.300.000	\$ 1.700
15	RESISTENCIA EN "L" Ø 168	\$ 42.000	\$ 630.000	\$ 650.000	\$ 621.000	\$ 650.000	\$ 550.000	\$ 621.000	\$ 650.000	\$ 550.000	\$ 63.800	\$ 550.000	\$ 621.000	\$ 550.000	\$ 6.706.800	\$ 6.000.000	\$ 706.800
12	ROTULA POS 10 LA	\$ 12.000	\$ 144.000	\$ 148.000	\$ 140.000	\$ 148.000	\$ 120.000	\$ 140.000	\$ 148.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 120.000	\$ 140.000	\$ 120.000	\$ 1.608.000	\$ 1.580.000	\$ 28.000
4	ROTULA POS 8 L	\$ 16.000	\$ 64.000	\$ 68.000	\$ 55.000	\$ 68.000	\$ 55.000	\$ 55.000	\$ 68.000	\$ 55.000	\$ 50.000	\$ 55.000	\$ 55.000	\$ 55.000	\$ 703.000	\$ 700.000	\$ 3.000
9	RODAMIENTO 6309-2Z	\$ 8.000	\$ 72.000	\$ 75.000	\$ 68.000	\$ 75.000	\$ 65.000	\$ 68.000	\$ 75.000	\$ 65.000	\$ 63.000	\$ 65.000	\$ 68.000	\$ 65.000	\$ 824.000	\$ 820.000	\$ 4.000
24	RODAMIENTO 30207	\$ 7.540	\$ 180.960	\$ 185.000	\$ 155.000	\$ 185.000	\$ 160.500	\$ 155.000	\$ 185.000	\$ 160.500	\$ 150.000	\$ 160.500	\$ 155.000	\$ 160.500	\$ 1.992.960	\$ 1.930.000	\$ 62.960
14	ACOPLE ARAÑA	\$ 15.000	\$ 210.000	\$ 215.000	\$ 201.000	\$ 215.000	\$ 190.000	\$ 201.000	\$ 215.000	\$ 190.000	\$ 190.000	\$ 190.000	\$ 201.000	\$ 190.000	\$ 2.408.000	\$ 2.200.000	\$ 208.000
13	BALASTO ELECTRONICO PA	\$ 2.300	\$ 29.900	\$ 40.000	\$ 25.500	\$ 40.000	\$ 23.550	\$ 25.500	\$ 40.000	\$ 23.550	\$ 30.500	\$ 23.550	\$ 25.500	\$ 23.550	\$ 351.100	\$ 340.000	\$ 11.100
10	CLAVIJA 50A-250V	\$ 10.000	\$ 100.000	\$ 150.000	\$ 96.000	\$ 150.000	\$ 80.000	\$ 96.000	\$ 150.000	\$ 80.000	\$ 95.000	\$ 80.000	\$ 96.000	\$ 80.000	\$ 1.253.000	\$ 1.233.000	\$ 20.000
8	ELECTROVALVULA 2/2 A 220	\$ 9.000	\$ 72.000	\$ 75.000	\$ 70.000	\$ 75.000	\$ 69.000	\$ 70.000	\$ 75.000	\$ 69.000	\$ 65.000	\$ 69.000	\$ 70.000	\$ 69.000	\$ 848.000	\$ 833.000	\$ 15.000
1	FUSIBLE	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 6.000	\$ 3.800	\$ 6.000	\$ 4.300	\$ 3.800	\$ 6.000	\$ 4.300	\$ 3.600	\$ 4.300	\$ 3.800	\$ 4.300	\$ 55.000	\$ 53.000	\$ 2.000
			\$ 2.358.660	\$ 2.532.000	\$ 2.295.300	\$ 2.532.000	\$ 2.017.350	\$ 2.295.300	\$ 2.532.000	\$ 2.017.350	\$ 1.661.100	\$ 2.017.350	\$ 2.295.300	\$ 2.017.350	\$ 26.571.060	\$ 25.489.000	
															TOTAL DIFERENCIA PRESUPUESTO	\$ 1.082.060	

Tabla 14: *Calculo ROI Simple*

<b>Cálculo del ROI (ROI-Simple)</b>	
<b>Ingresos netos</b> producidos por la inversión	18.000.000
<b>Gastos netos</b> (y-o importes invertidos)	8.760.000
<b>ROI en %</b>	<b>205%</b>
<b>ROI en \$</b>	<b>2,05</b>

1. Se puede decir que la empresa tiene unos ingresos mensuales de 18.000.000
2. y sus gastos(inversión) mensuales de acuerdo al plan de mantenimiento son de \$ 8.760.000

El retorno de inversión cuando mi ingreso es \$18,000,000.00 y mi inversión es de \$8,760,000.00 es igual a 205%

Por cada peso invertido, obtengo \$2.05 pesos de retorno

## **10. TALENTO HUMANO**

De acuerdo al desarrollo y la viabilidad de la propuestas con respecto a los resultados, es de gran importancia resaltar los beneficios y los factores a quienes afectan.

El primer beneficiario es el personal técnico de la empresa Gotuplas, que mediante la implementación de capacitaciones aprendería con técnicas de mantenimiento, análisis y administración de información, que tendría una certeza de las cuales son sus costos de mantenimiento, a que equipos le podrían hacer mantenimiento, control y gestión de sus activos, y disponibilidad en tiempos justos de los productos que fabrican.

Mediante la implementación de un cronograma de mantenimiento (Ver anexo 1, carpeta de anexos) se genera valor agregado a las actividades tanto del personal técnico como de los coordinadores y personal administrativo.

Tabla 15: Perfil de cargo para coordinador de mantenimiento

**DETERMINACION DE COMPETENCIAS**

<b>NOMBRE DEL CARGO</b>	<b>COORDINADOR DE MANTENIMIENTO</b>
<b>GERENCIA GENERAL</b>	<b>GERENCIA GENERAL</b>
<b>REQUERIMIENTOS</b>	
<b>EDUCACION</b>	
Formación Profesional en Ingeniería Mecánica, Electromecánica, Mecatrónica, Diseño de Maquinas	
Formación en el Procesamiento de Productos Termoplásticos	
Carreras Profesionales Afines	
<b>EXPERIENCIA</b>	
5 años de experiencia en Industria del Sector de Procesamiento de Productos Plásticos	
<b>FUNCIONES</b>	
Dirigir y coordinar las actividades del área general de mantenimiento de la planta	
Planear y programar el mantenimiento general de planta de inyección.	
Dar cumplimiento o reprogramar el cronograma general de mantenimiento anual de la planta de inyección.	
Planear presupuesto de gastos anual de mantenimiento de la planta de inyección.	
Seguimiento al cumplimiento de las normas internas (BPM, EPP)	
Seguimiento a la correcta y oportuna entrega de registros y documentación del área	
Presentar informes mensuales de las intervenciones de mantenimiento realizadas (Indicadores de Mantenimiento)	
Revisión periódica de inventarios de Maquinas, Moldes y Herramientales	
Solicitud y cotización de servicios técnicos y repuestos en general	
Programar y hacer seguimiento a las capacitaciones del personal del área	
Verificar e inspeccionar el correcto uso de la maquinaria, equipos y herramientas de la planta	
Realizar periódicamente la evaluación de desempeño al personal a cargo	
Realizar Inducción al personal nuevo (recorrido en planta, metodología de trabajo y diligenciamiento de formatos)	
Revisar, contestar y enviar los correos electrónicos necesarios para que la información llegue a todos los niveles requeridos por la organización.	
Velar por el autocuidado del personal minimizando el riesgo de accidentes de trabajo, enfermedades profesionales y protección del medio ambiente.	
Aplicar la documentación del sistema de gestión de calidad.	

Tabla 16: Perfil de cargo para técnico de mantenimiento I

### DETERMINACION DE COMPETENCIAS

<b>NOMBRE DEL CARGO</b>	<b>TECNICO DE MANTENIMIENTO I</b>
<b>CARGO JEFE INMEDIATO</b>	<b>COORDINADOR DE MANTENIMIENTO</b>
<b>REQUERIMIENTOS</b>	
<b>EDUCACION</b>	
Técnico / Tecnóloga Electromecánico	
Carreras Técnicas Afines	
<b>EXPERIENCIA</b>	
3 años de experiencia en Industria del Sector de Procesamiento de Productos Plásticos	
<b>FUNCIONES</b>	
Dar cumplimiento al programa general de mantenimiento	
Ejecutar mantenimiento preventivo/correctivo todas las áreas / secciones	
Verificar e inspeccionar el estado maquinaria / instalaciones de la planta	
Informar a dirección de mantenimiento de anomalías en maquinaria / instalaciones de la planta	
Mantener las instalaciones/ maquinaria en óptimas condiciones de trabajo	
Mantener el área de trabajo limpia /organizada de acuerdo a las normas BPM	
Diligenciar correcta y oportunamente los formatos y documentación del área/ sección	
Participar activamente de las actividades programadas por la sección	
Portar adecuadamente la dotación y los EPP.	
Cumplir las normas de buenas prácticas de manufactura	
Aplicar la documentación del sistema de gestión de calidad.	

Tabla 17: Perfil de cargo para auxiliar de mantenimiento

**DETERMINACION DE COMPETENCIAS**

<b>NOMBRE DEL CARGO</b>	<b>Auxiliar de Mantenimiento</b>
<b>CARGO JEFE INMEDIATO</b>	<b>COORDINADOR DE MANTENIMIENTO</b>
<b>REQUERIMIENTOS</b>	
<b>EDUCACION</b>	
Técnico/ Tecnóloga Electromecánico	
Carreras Técnicas Afines	
<b>EXPERIENCIA</b>	
6 meses en el área	
<b>FUNCIONES</b>	
Apoyar en la ejecución de mantenimiento preventivo/ correctivo todas las áreas	
Rutina diaria de mantenimiento (inspeccionar, limpiar y reportar novedades de planta)	
Informar a la dirección de mantenimiento de anomalías maquinaria / instalaciones	
Mantener las instalaciones / maquinaria en óptimas condiciones de trabajo	
Mantener el área de trabajo limpia /organizada de acuerdo a las normas BPM	
Diligenciar correcta y oportunamente los formatos y documentación del área/ sección	
Participar activamente de las actividades programadas por la sección	
Portar adecuadamente la dotación y los EPP.	

## 11. CONCLUSIONES

- Los equipos y sus repuestos durarán más, pues gracias a revisiones periódicas cumplen su ciclo de vida correspondiente y se genera mayor confiabilidad entre cliente y propietario puesto que al certificar dichas revisiones se obtienen resultados más exactos.
- Al establecer esta metodología la compañía tiende a disminuir los costos en futuros daños, y se corrige el error antes de que suceda y a corto plazo.
- La metodología y estrategia de este tipo de mantenimiento permite a las pequeñas y medianas empresas un punto de partida para desarrollar planes de mantenimiento preventivo más complejos como el TPM (mantenimiento Productivo total).
- Para la definición del procedimiento y frecuencia de las actividades de mantenimiento, las recomendaciones y la experiencia del personal técnico y del ingeniero de planta y del personal técnico fueron de gran valor debido a su conocimiento detallado sobre el funcionamiento y operación de las máquinas.
- El plan general de mantenimiento preventivo que se diseñó en este informe es un modelo de organización que es completamente viable, pues su implementación es relativamente fácil y demanda pocos recursos en comparación con los beneficios que pueden obtenerse a futuro, principalmente en la reducción de paros no programados.
- El diseño de un programa de mantenimiento preventivo tiene menor costo si lo relacionamos con las actividades de mantenimiento predictivo, Disminuye desde cualquier punto de vista la posibilidad de paros inesperados y Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.
- Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

## 12. ANEXOS

### ANEXO 1. HOJA DE VIDA INYECTORA

**MAQUINA:** I-1

**TIPO DE MAQUINA:** INYECTORA



Figura 3: Inyectora

Fuente: Interempresas [www.interempresas.net](http://www.interempresas.net)

**NOMENCLATURA:** I-6

**MODELO:** MA1200 II / 370 e con servomotor

**MARCA:** HAITIAN

**Nº. S.:** 201407012033618

**AÑO DE FABRICACIÓN:** 2014





**ANEXO 2. HOJA DE VIDA COMPRESOR**

**MAQUINA: COM-1**

**TIPO DE MAQUINA: COMPRESOR**



Figura 4: Compresor

Fuente: Kaeser Colombia [www.kaeser.com.co](http://www.kaeser.com.co)

NOMENCLATURA: COM-1

MODELO: KSA AS31

MARCA: KAESER

Nº. S.: 0809056550980

AÑO DE FABRICACIÓN: 2005

REPRESENTANTE: KAESER

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:**

TENSIÓN NOMINAL: 220 Vac 3PH

CORRIENTE NOMINAL: 31 Amp.

POTENCIA NOMINAL: 12.3 KW

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:**

CAPACIDAD DE PRESION: 150 PSI

DIMENSIONES: 3 x 1.50 x 1.55 mts

PESO DE LA MAQUINA: 1.75 Ton

CAPACIDAD Y TIPO DE ACEITE: 20 L S-460

**OTRAS CARACTERÍSTICAS:**

PERIFÉRICOS ASOCIADOS: N/A

AMPERAJE DE PERIFÉRICO: N/A

**OBSERVACIONES:**

---

---

---

---

---

Tabla 18: Cronograma mensual de mantenimiento

**ANEXO 3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO**

ABC PLASTICOS SAS		CRONOGRAMA MENSUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO 2016												FOR -MT 001																																					
														ACT- 2016																																					
EQUIPO	ENERO				FEB.				MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO				AGOST.				SEPT.				OCT.				NOV.				DIC.						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
<b>SOPLADORA</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A				
	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B					
	E	F	G	H									E									I	J	K			E	F	G	H						E															
<b>COMPRESOR</b>	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B	D	B	C	B				
					E	F	G	H	I									E				J	K	L	M	N					E	F	G	H	I																

\* la codificaion de las letras van asociadas a actividades que se encontraran en las hojas de vida de cada equipo.

<b>Elaboro:</b>		<b>Reviso:</b>		<b>aprobo</b>	
-----------------	--	----------------	--	---------------	--



## LISTADO DE TABLAS

- Tabla 1: *Tipos de investigación*
- Tabla 2: *Actividades de mantenimiento Inyectora*
- Tabla 3: *Actividades de mantenimiento compresor*
- Tabla 4: *Análisis financiero descripción del caso*
- Tabla 5: *Calculo de paradas*
- Tabla 6: *Financiación mensual*
- Tabla 7: *Análisis de materiales*
- Tabla 8: *Presupuesto anual de mano de obra*
- Tabla 9: *Presupuesto personal administrativo*
- Tabla 10: *Calculo de horas extra*
- Tabla 11: *Análisis presupuesto personal técnico*
- Tabla 12: *Análisis de presupuesto para repuestos*
- Tabla 13: *Análisis de presupuesto para insumos*
- Tabla 14: *Calculo ROI Simple*
- Tabla 15: *Perfil de cargo para coordinador de mantenimiento*
- Tabla 16: *Perfil de cargo para técnico de mantenimiento I*
- Tabla 17: *Perfil de cargo para auxiliar de mantenimiento*
- Tabla 18: *Cronograma mensual de mantenimiento*
- Tabla 19: *Registro de actividades de mantenimiento*

### 13. BIBLIOGRAFÍA

Wikipedia. (2016). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de [es.wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_preventivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_preventivo)

Wikipedia. (2016). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de [es.wikipedia.org: https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento\\_correctivo](https://es.wikipedia.org/wiki/Mantenimiento_correctivo)

Sinais. (2013). *Sinais*. Obtenido de *Mantenimiento Proactivo*: [http://www.sinais.es/Recursos/Curso-vibraciones/intro/mantenimiento\\_proactivo.html](http://www.sinais.es/Recursos/Curso-vibraciones/intro/mantenimiento_proactivo.html)

Jaramillo, C. M. (2005). *RCM CASOS DE ÉXITO Y SUS FACTORES CLAVE*. Medellín: Reliability World Latín América,+.

Garrido, S. G. (2012). *Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*.

Madrid, España: Renovetec.

Reliabilityweb. (2016). *Reliability web*. Obtenido de *El análisis de criticidad una metodología para mejorar la confiabilidad*: [reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-unametodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope](http://reliabilityweb.com/sp/articles/entry/el-analisis-de-criticidad-unametodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope)

Leansolutions. (2016). *Leansolutions*. Obtenido de AMEF: [www.leansolutions.co/conceptos/amef/](http://www.leansolutions.co/conceptos/amef/)

Jimenez, A. J. (Octubre de 2011). *Mantenimiento LA*. Obtenido de *Mantenimiento LA*: [maintenancela.blogspot.com.co/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html](http://maintenancela.blogspot.com.co/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html)

Delgado, R. S. (2010). *Jable*. Obtenido de [jable.ulpgc.es: jable.ulpgc.es/jable/cgibin/](http://jable.ulpgc.es/jable/cgibin/)

*Pandora.exe?fn=commandselect;query=id:0007471858;command=show\_pdf*  
Fibertel, J. (2007 de Noviembre de 2007). *Gestiopolis*. Obtenido de *RCM Mantenimiento Centrado en la confiabilidad*: [www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-enconfiabilidad/](http://www.gestiopolis.com/rcm-mantenimiento-centrado-enconfiabilidad/)

<http://www.ingenieriamantenimiento.org/fundamentos-mantenimiento-industrial>

<http://www.tdesa.com/blog/la-importancia-del-mantenimiento-de-motores-electricos>

[http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento\\_gestion.htm](http://www.tuveras.com/mantenimiento/mantenimiento_gestion.htm)

[http://www.ni.com/insightcm/esa/?cid=Paid\\_Search-70131000001RoykAAC-Rest\\_of\\_Latam-none](http://www.ni.com/insightcm/esa/?cid=Paid_Search-70131000001RoykAAC-Rest_of_Latam-none)

<http://red.uao.edu.co/bitstream/10614/3250/1/TME01004.pdf>

<http://www.revistavirtualpro.com/revista/mantenimiento-industrial>

<http://www.reporteroindustrial.com/temas/Tendencias-actuales-en-mantenimiento-industrial+97221>

CARDONA, Celio Alberto. *Mantenimiento Preventivo Industrial*. 1 McGraw-Hill. 2004

Bodini, Gianni. Pessani Cacchi, Franco. *Moldes y Máquinas de Inyección para la Transformación de Plásticos*. 2 ed. México: McGraw-Hill. 1992.

García Suarez, Esteban Raul. *ACTUALIZACIÓN DE PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EMPRESA MTECH DE MEXICO*. Universidad tecnológica de Querétaro 2013

Juan Carlos Valdivieso Torres, Juan Carlos. *DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA EMPRESA EXTRUPAS S.A.* Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca 2010

Luis Eduardo Cruz Herrera, Luis Eduardo. *DIAGNOSTICO DE LA INEFICIENCIA DEL AREA DE INYECCIÓN DE LA EMPRESA AMCOR PET PACKAGING DEL ECUADOR Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO*. Universidad de Guayaquil. 2007-2008

Roa, Rawid. *MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN MAQUINA DE INYECCION AUTOMATICA MODELO BOY 15S DEL DEPARTAMENTO DE INYECCION EN LA EMPRESA DE PLASTICOS CEMEPLAST*. Técnico superior Universitario. 2014

Miñón Velázquez, Luis Eduardo. *DESARROLLO PROFESIONAL EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO EN MAQUINAS DE*



*INYECCION DE PLASTICO Y SUS SISTEMAS DE ENFIAMIENTO. Universidad Nacional Autónoma de México. 2016.*

*Baronza Pulzara, Yilmer Alexander. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS MÁQUINAS SOPLADORA E INYECTORA-SOPLADORA DE LA EMPRESA OTORGO LTDA. Universidad Autónoma de Occidente. 2011.*

*Torres Cuesta, Idelfonso, Pabón Cárdenas, Jose Luis, Morales Torres, Twoening. MODELO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA LA EMPRESA PRODUCTOS UNIDOS LTDA. Universidad Industrial de Santander. 2000.*

*Neira bejarano, Jorge, Osma Pachón, Fernando. PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA CIUDADELA COMERCIAL UNCENRO. Universidad Industrial de Santander. 2001*

*Lowey, Pedro Ignacio de la Cruz de Lavallo, Del Risco Navas, Rafael Antonio, Murillo Padilla, METODOLOGÍA PARA DECIDIR LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM). Universidad Industrial de Santander. 2002*

*Salemi Castro, Eduardo Luis, Zelner Leones, Sergio David, REINGENIERÍA DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ABOCOL S.A. Universidad Industrial de Cartagena. 2000*

*Calderon Diaz, Gerardo, Frank Rosero García, Frank. PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO PARA NIKE COLOMBIA. Escuela Colombiana de Carreras industriales. 2013.*

*Páez Ibáñez, Jose Alfredo, Lopez, John Montoya, DISEÑO DE UN PLAN DE LUBRICACIÓN CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR INDUSTRIAL. Escuela Colombiana de Carreras industriales. 2013.*

*Plazas Chala, Johanna Alexandra, Castro Molano, Juan Carlos. PROPUESTA DE CALCULO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPOS CNC EN LA EMPRESA TECNIROL S.A.S. Escuela Colombiana de Carreras industriales. 2012*

*Daza Roa, Yenny Rosmira, Acosta Hernandez, Johana Andrea. DIAGNOSTICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) EN LA MAQUINA OM73 PARA MULTIDIMENSIONES S.A. Escuela Colombiana de Carreras industriales. 2013*

*Rocio Ortiz, Carmen Rodriguez. GESTIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA MAQUINA EXTRUSORA 100. Escuela Colombiana de Carreras industriales. 2012*